



Penerapan Metode Euclidean Probability dan Confusion Matrix dalam Diagnosa Penyakit Koi *Application of the Euclidean Probability and Confusion Matrix Methods in the Diagnosis of Koi Disease*

Moh. Ainur Rohman¹⁾, Deni Arifianto²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: ainurrohman@unmuhjember.ac.id

²⁾Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: deniarifianto@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Budidaya ikan koi masih rentan terkena penyakit yang sering menyerang ikan koi. Pengetahuan terbatas mengenai penyakit ikan koi yang dimiliki oleh pembudidaya terutama pembudidaya pemula, untuk mengatasi permasalahan ini berdampak pada hasil budidaya produktivitas ikan koi yang tidak maksimal, bahkan cenderung menghasilkan kerugian bagi para pembudidaya. Pembuatan sistem pakar diagnosa penyakit ikan koi menggunakan metode euclidean probability dan confusion matrix diperlukan sebagai bantuan untuk para pembudidaya mengetahui solusi yang harus dilakukan jika ikan koi terkena penyakit. Sistem pakar dengan metode euclidean probability dan confusion matrix yang dibuat menggunakan 10 penyakit dan 23 gejala. Berdasarkan hubungan gejala dan penyakit diperoleh 10 aturan. Diagnosa penyakit ikan koi dilakukan dengan memasukkan gejala penyakit ikan koi dan melakukan perhitungan persentase terhadap aturan yang bersesuaian. Kemudian dipilih nilai penyakit dengan persentase terbesar. Setelah memperoleh diagnosa penyakit, dilakukan pengujian menggunakan confusion matrix. Hasil pengujian dari 93 data uji menunjukkan tingkat precision sebesar 93.67%, tingkat recall sebesar 88.21%, tingkat accuracy sebesar 95.91%, tingkat error rate sebesar 4.09%, dan tingkat f-measure sebesar 85.27%.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Penyakit Ikan Koi, Probabilitas Euclidean, Confusion Matrix

Abstract

Koi fish aquaculture is still susceptible to fish's diseases. The farmers' limited knowledge about koi fish diseases, especially the novice farmers, to overcome this problem which has impact on the koi fish harvest to be decreased, and even tends to losses for the farmers. The creation of an AI system for diagnosing koi fish diseases using "the euclidean probability and confusion matrix" method is needed as a solutions for farmers to discover the solutions if their fish are get diseased. AI system with "euclidean probability and confusion matrix" methods created using 10 diseases and 23 symptoms data. Based on that, 10 rules were obtained. Diagnosis of koi fish disease is carried out by entering the symptoms of koi fish disease and calculating the percentage based to the appropriate rules. After the disease was picked based on largest percentage. After obtaining a diagnosis of the disease, testing using confusion matrix is performed. The test results from 93 test data show a precision level of 93.67%, a recall rate of 88.21%, an accuracy level of 95.91%, an error rate of 4.09% and an f-measure level of 85.27%.

Keywords: Expert System, Koi Fish Disease, Euclidean Probability, Confusion Matrix

1. PENDAHULUAN

Ikan koi salah satu jenis ikan hias air tawar bernilai ekonomis tinggi, baik di

pasaran nasional maupun internasional, sehingga di Indonesia banyak yang tertarik untuk memelihara ikan ini. Saat ini banyak yang ingin menjadikan ikan koi sebagai

ladang bisnis. Akan tetapi dalam proses pembudidayaan ikan koi tidak muda terutama bagi pemula, karena jika ikan terkena penyakit maka berpotensi besar menularkan penyakitnya ke ikan yang lain.

Serangan penyakit dan infeksi parasit merupakan masalah yang sering dihadapi oleh pembudidaya ikan. Penyakit yang sering menyerang ikan koi disebabkan oleh patogen berupa bakteri, jamur, dan virus. Penanganan penyakit pada ikan koi tidak semua sama. Tata cara penanganan pun baru bisa dilakukan setelah penyakit diketahui. Akan tetapi pengetahuan mengenai penyakit ikan koi tidak semua pembudidaya mengerti terutama pemula karena minimnya informasi penyakit ikan koi beserta pengobatannya.

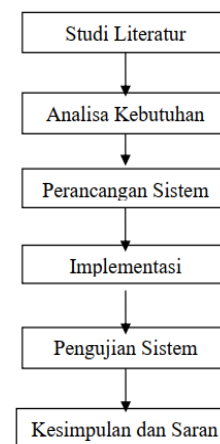
Berdasarkan pada permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu dibangun suatu sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit ikan koi. Sistem pakar (*expert system*) merupakan sistem yang berusaha untuk mengadopsi kemampuan atau pengetahuan manusia ke dalam komputer [1]. Sistem pakar dengan metode *euclidean probability* telah diterapkan pada penelitian serupa untuk diagnosa berbagai jenis penyakit sebagai pengganti pendapat para ahli [2]-[4]. Ramadhan dan Pujisari menerapkan *euclidean probability* untuk pendiagnosaan penyakit *impetigo* [2]. Ramadhan dan Pujisari juga menggunakan metode *euclidean probability* untuk mendiagnosa penyakit *X-Linked Agammaglobulinemia* [3]. Tidak hanya itu Ramadhan dan Pujisari melakukan komparasi *euclidean probability* dengan teorema bayes pada kasus diagnose penyakit *dermatic bacterial*. Hasilnya *Euclidean Probability* sebesar 0,74 atau 74% sedangkan pada Teorema Bayes menghasilkan nilai diagnosis 0,51 atau 51% dengan sama-sama menghasilkan kesimpulan diagnosis yaitu jenis penyakit *Impetigo* [4].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, sistem pakar menggunakan metode *euclidean probability* dapat membantu pembudidaya untuk mengambil Tindakan yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan

dibuat dengan menyediakan pilihan berupa gejala dari penyakit ikan koi secara keseluruhan. Sistem kemudian memberikan kesimpulan berdasarkan gejala penyakit yang dipilih dan ditentukan hasilnya dengan persentase terbesar dari kemungkinan penyakit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur metode penelitian penerapan metode *euclidean probability* dan *confusion matrix* pada diagnosa penyakit ikan koi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Alur Metodologi Penelitian

Adapun penjelasan rinci gambar 1 diberikan sebagai berikut. Studi literatur merupakan pengumpulan data gejala dan penyakit. Data pada penelitian ini merupakan data yang didapat dari seorang pakar ikan koi yaitu Bapak Tommy Purwanto yang meliputi 10 (sepuluh) jenis penyakit ikan koi, serta 23 (dua puluh tiga) gejala dari penyakit yang menyerang ikan koi. Data penyakit ikan koi kemudian diwakili oleh kode sebagai identitas dari setiap penyakit dan gejala. Data penyakit ikan koi disajikan pada tabel 1 dan data gejala pada tabel 2.

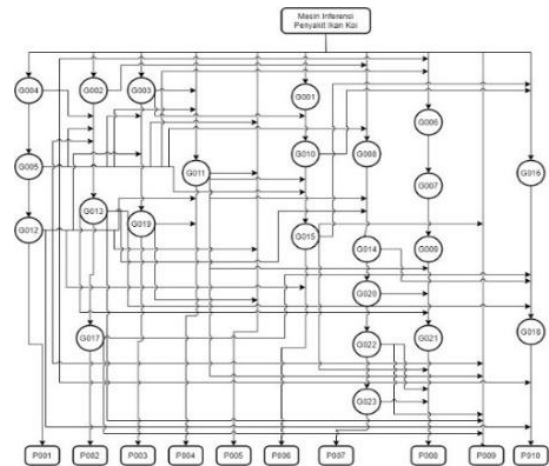
Tabel 1 Penyakit Ikan Koi

Kode	Jenis Penyakit
P001	Kutu Ikan
P002	Cacing Jangkar
P003	Trichodina
P004	Chilodonella
P005	Ichthyobodo
P006	Dactylogyrus
P007	Columnaris
P008	Infeksi aeromonas hydrophilia
P009	Dropsy
P010	KHV (Koi Herpes Virus)

Tabel 2 Gejala Ikan Koi

Kode	Gejala Penyakit
G001	Melompat
G002	Berenang dengan cepat
G003	Mengeseakkan badan ke dinding dan dasar kolam
G004	Megap-megap di permukaan air
G005	Menyendiri
G006	Berkumpul di sekitar pancuran air
G007	Bagian badan rusak
G008	Badan membengkak
G009	Bagian perut membengkak
G010	Kulit kasar
G011	Terbungkus lendir
G012	Radang dan iritasi pada kulit
G013	Kulit berdarah
G014	Bintik merah pada kulit
G015	Lendir mengucur
G016	Kulit tampak terbakar
G017	Organisme berwarna putih di permukaan
G018	Sirip berlubang
G019	Bagian kepala menjadi putih
G020	Bagian sekitar mulut memerah
G021	Kerusakan di daerah mulut
G022	Mata masuk ke dalam
G023	Radang di daerah mata

1. Perancangan sistem menggunakan metode *euclidean probability* berdasarkan kajian pada [2]-[4]. Langkah pertama pembuatan aturan untuk diagnosa penyakit ikan koi dilakukan dengan perancangan pohon keputusan (Gambar 2) yang merupakan pemetaan mengenai alternatif-alternatif pemecahan masalah yang dapat diambil dari masalah tersebut kemudian perancangan kaidah produksi (Tabel 3) yang berguna untuk merepresentasikan hasil pohon keputusan



Gambar 2 Pohon Keputusan

Tabel 3 Kaidah Produksi

Rule 1	Rule 2
IF G004 AND G005 AND G012 THEN P1	IF G002 AND G004 AND G005 AND G0012 AND G013 AND G017 THEN P2
Rule 3	Rule 4
IF G003 AND G005 AND G012 AND G019 THEN P3	IF G003 AND G005 AND G011 AND G012 AND G019 THEN P4
Rule 5	Rule 6
IF G005 AND G011 AND G012 AND G019 THEN P5	IF G001 AND G003 AND G005 AND G010 AND G011 AND G012 AND G015 THEN P6
Rule 7	Rule 8
IF G002 AND G005 AND G008 AND G011 AND G013 AND G014 AND G020 AND G022 AND G023 THEN P7	IF G004 AND G005 AND G006 AND G007 AND G009 AND G011 AND G012 AND G013 AND G015 AND G017 AND G020 AND G022 THEN P8
Rule 9	Rule 10
IF G004 AND G005 AND G006 AND G007 AND G009 AND G011 AND G013 THEN P9	IF G004 AND G010 AND G012 AND G013 AND G014 AND G015 AND G016 AND G017 AND G018 THEN P10

2. Penerapan aturan yang diperoleh dari tahap b, kemudian diimplementasikan dengan metode *euclidean probability* dengan mesin inferensi *forward chaining* sesuai kaidah pada kajian [5]. Perhitungan persentase setiap penyakit menggunakan persamaan 1.

$$EP = \sqrt{(E_1 * NBE_1)^2 + (E_2 * NBE_2)^2 + \dots + (E_n * NBE_n)^2} \quad (1)$$

3. Pengujian merupakan tahapan dalam mengukur performansi dari sistem pakar, dengan menghitung *presicion*, *recall*, *accuracy*, *error rate* dan *f-measure* berdasarkan *confusion matrix* dari data uji yang telah disiapkan. Pada *confusion*

matrix terdapat 4 nilai yang diukur yaitu *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN). Pada pengujian dari suatu kelas x , TP adalah banyaknya data kelas x yang terdeteksi benar, FP adalah banyaknya data bukan kelas x yang terdeteksi sebagai kelas x , FN adalah banyaknya data kelas x yang terdeteksi sebagai kelas bukan x , dan TN adalah banyaknya data kelas bukan x yang terdeteksi benar. Persamaan untuk menghitung *precision*, *recall*, *accuracy*, *error rate* dan *f-measure* diperlihatkan pada persamaan 2, 3, 4, 5, 6.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (3)$$

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (4)$$

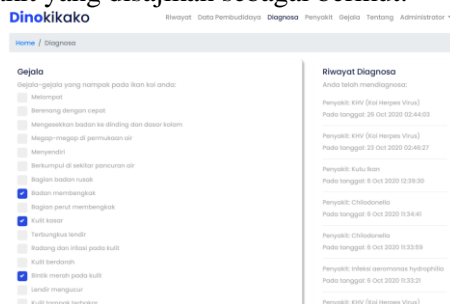
$$Error\ rate = \frac{FP+FN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (5)$$

$$F - measure = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision + recall} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penerapan Euclidean Probability

Jika gejala yang terjadi pada ikan koi adalah G008, G010, dan G014. Langkah pertama ialah mencari gejala-gejala yang cocok menggunakan mesin inferensi *forward chaining* sesuai kaidah produksi. Setelah dilakukan penelusuran menggunakan *forward chaining* diketahui bahwa gejala-gejala tersebut berada pada penyakit: P006, P007, dan P010. Kemudian menggunakan persamaan (1) dihitung persentase dari setiap penyakit yang disajikan sebagai berikut.



Gambar 3 Gejala yang Terjadi Pada Ikan Koi

Menghitung persentase dengan metode *Euclidean Probability*:

Perhitungan EP:

$$1. EP (Dactylogyrus) = \sqrt{(1 \times 0,4)^2} = 0,40$$

$$2. EP (Columnaris) = \sqrt{(1 \times 0,2)^2 + (1 \times 0,2)^2} = 0,28$$

$$3. EP (KHV (Koi Herpes Virus)) = \sqrt{(1 \times 0,4)^2 + (1 \times 0,4)^2} = 0,57$$

Cari Nilai EP Tertinggi:

MAX (

(Dactylogyrus = 0,40)

(Columnaris = 0,28)

(KHV (Koi Herpes Virus) = 0,57)

)

Hasil EP Tertinggi = 0,57 merupakan penyakit KHV (Koi Herpes Virus)

Gambar 4 Perhitungan Metode EP

- Perhitungan untuk penyakit P006.
Gejala yang ditemukan ada 1, yakni G010.
Persentase P006 = $\sqrt{(1 \times 0,4)^2} = 0,4 \times 100\% = 40\%$
- Perhitungan untuk penyakit P00.
Gejala yang ditemukan ada 2, yakni G008 dan G014.
Persentase P007 = $\sqrt{(1 \times 0,2)^2 + (1 \times 0,2)^2} = 0,28 \times 100\% = 28\%$
- Perhitungan untuk penyakit P010.
Gejala yang ditemukan ada 2, yakni G010 dan G014.
Persentase P007 = $\sqrt{(1 \times 0,4)^2 + (1 \times 0,4)^2} = 0,57 \times 100\% = 57\%$

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Euclidean Probability*, diperoleh bahwa persentase paling besar adalah persentase untuk penyakit P010, yakni 57%. Oleh karena itu, untuk gejala G008, G010, dan G014 menggunakan mesin inferensi *forward chaining* disimpulkan bahwa ikan koi mengalami penyakit P010, yakni KHV (Koi Herpes Virus).

B. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan 93 data uji dari 10 penyakit ikan koi yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah diverifikasi oleh pakar. Setiap penyakit berbeda-beda untuk jumlah data ujinya. Berikut hasil pengujian sistem dan pakar dengan hasil sebagai berikut.

- Pengujian pada penyakit kutu ikan (P001)
Terdapat 5 data uji untuk penyakit kutu ikan. *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit kutu ikan disajikan pada tabel 4.

Tabel 4 Data Uji Penyakit Kutu Ikan

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
01	G002, G005, G007	P001	P001	TP
02	G005, G007, G010	P001	P001	TP
03	G005, G012, G021	P001	P001	TP
04	G005, G010, G012	P001	P001	TP
05	G005, G012, G013	P001	P001	TP

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit kutu ikan terdeteksi dengan benar.

2. Pengujian pada penyakit *cacing jangkar* (P002)

Terdapat 10 data uji untuk penyakit cacing jangkar. Output dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit cacing jangkar disajikan pada tabel 5.

Tabel 5 Data Uji Penyakit Cacing Jangkar

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
06	G004, G006, G023	P002	P002	TP
07	G016, G017, G021	P002	P002	TP
08	G004, G007, G023	P002	P002	TP
09	G004, G007, G017, G023	P002	P002	TP
10	G004, G010, G017, G020	P002	P002	TP
11	G002, G015, G020	P002	P002	TP
12	G004, G006, G018, G023	P002	P002	TP
13	G004, G008, G016, G019	P002	P002	TP
14	G004, G005, G013	P002	P002	TP
15	G004, G008, G011	P002	P002	TP

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit kutu ikan terdeteksi dengan benar.

3. Pengujian pada penyakit *trichodina* (P003)

Terdapat 9 data uji untuk penyakit *trichodina*. Output dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *trichodina* disajikan pada tabel 6.

Tabel 6 Data Uji Penyakit Trichodina

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
16	G008, G010, G019	P003	P003	TP
17	G014, G015, G019	P003	P003	TP
18	G003, G012, G018	P003	P003	TP
19	G016, G019, G023	P003	P003	TP
20	G018, G019, G023	P003	P003	TP
21	G013, G015, G019	P003	P003	TP
22	G008, G011, G012, G019	P003	P003	TP
23	G009, G012, G014	P003	P003	TP
24	G012, G016, G019, G022	P003	P003	TP

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit trichodina terdeteksi dengan benar.

4. Pengujian pada penyakit *chilodonella* (P004)

Terdapat 10 data uji untuk penyakit *chilodonella*. Output dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *chilodonella* disajikan pada tabel 7.

Tabel 7 Data Uji Penyakit Chilodonella

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
25	G007, G011, G014	P004	P004	TP
26	G009, G011	P004	P004	TP
27	G009, G011, G016	P004	P004	TP
28	G005, G011, G012	P004	P004	TP
29	G011, G012, G016, G020	P004	P004	TP
30	G004, G011, G012, G023	P004	P004	TP
31	G006, G011, G019	P004	P004	TP
32	G011, G014, G019	P004	P004	TP
33	G011, G012, G015	P004	P004	TP
34	G011, G012, G013, G015	P004	P004	TP

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit *chilodonella* terdeteksi dengan benar.

5. Pengujian pada penyakit *Ichthyobodo* (P005)

Terdapat 1 data uji untuk penyakit *ichthyobodo*. Output dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *ichthyobodo* disajikan pada tabel 8.

Tabel 8 Data Uji Penyakit Ichthyobodo

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
35	G005, G011, G012, G019	P005	P005	TP

Berdasarkan tabel 8 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit Ichthyobodo terdeteksi dengan benar.

6. Pengujian pada penyakit *dactylogyrus* (P006)

Terdapat 14 data uji untuk penyakit *dactylogyrus*. *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *dactylogyrus* disajikan pada tabel 9.

Tabel 9 Data Uji Penyakit *Dactylogyrus*

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
36	G002, G003, G016	P006	P006	TP
37	G001, G015, G017	P006	P006	TP
38	G003, G006, G018	P006	P006	TP
39	G003, G006, G015, G018	P006	P006	TP
40	G003, G008, G015	P006	P006	TP
41	G015, G021, G023	P006	P006	TP
42	G003, G013, G015, G017, G021	P006	P006	TP
43	G010, G015, G017	P006	P006	TP
44	G006, G015, G020	P006	P006	TP
45	G003, G013, G023	P006	P006	TP
46	G001, G003, G005	P006	P006	TP
47	G001, G003, G012	P006	P006	TP
48	G003, G006, G013	P006	P006	TP
49	G003, G005, G014	P006	P006	TP

Berdasarkan tabel 9 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit *dactylogyrus* terdeteksi dengan benar.

7. Pengujian pada penyakit *columnaris* (P007)

Terdapat 1 data uji untuk penyakit *columnaris*. *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *columnaris* disajikan pada tabel 10.

Tabel 10 Data Uji Penyakit Columnaris

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
50	G008, G013, G016	P007	P007	TP

Berdasarkan tabel 10 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit *columnaris* terdeteksi dengan benar.

8. Pengujian pada penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia* (P008)

Terdapat 11 data uji untuk penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia*. *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia* disajikan pada tabel 11.

Tabel 11 Data Uji Penyakit Infeksi *Aeromonas Hydrophilia*

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
51	G009, G013, G016	P008	P008	TP
52	G007, G009, G010	P008	P008	TP
53	G009, G016, G020	P008	P008	TP
54	G008, G009, G013	P008	P008	TP
55	G005, G007, G009	P008	P008	TP
56	G007, G008, G017, G023	P008	P008	TP
57	G007, G014, G016, G023	P008	P008	TP
58	G006, G007, G021, G023	P008	P008	TP
59	G007, G014, G021	P008	P008	TP
60	G009, G020	P008	P008	TP
61	G006, G007, G016, G017	P008	P008	TP

Berdasarkan tabel 11 dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia* terdeteksi dengan benar.

9. Pengujian pada penyakit *dropsy* (P009)

Terdapat 14 data uji untuk penyakit *dropsy*. *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit *dropsy* disajikan pada tabel 12.

Tabel 12 Data Uji Penyakit Dropsy

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
62	G012, G015	G013, P009	P009	TP
63	G016, G022	G018, P009	P008	FN FP
64	G013, G020	G015, P009	P008	FN FP
65	G015, G022, G023	G021, P009	P008	FN FP
66	G017, G022, G023	G019, P009	P008	FN FP
67	G016, G020, G022	G018, P009	P008	FN FP
68	G013, G021	G015, P009	P008	FN FP
69	G012, G017, G022	P009	P008	FN FP
70	G018, G022	P009	P008	FN FP
71	G014, G023	G022, P009	P008	FN FP
72	G014, G022, G023	G020, P009	P008	FN FP
73	G020, G022, G023	G021, P009	P008	FN FP
74	G014, G022	G020, P009	P008	FN FP
75	G011, G022, G023	G013, P009	P008	FN FP

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat bahwa dari 14 data uji penyakit dropsy, terdapat 13 data terverifikasi oleh pakar sebagai penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, yaitu data uji dengan kode 63 s/d 75. Persentase penyakit dropsy lebih besar dari pada persentase penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia. Hal ini dikarenakan sistem pakar dapat menetapkan penyakit berdasarkan kondisi yang ditetapkan pada sistem tersebut. Walaupun jumlah gejala data 63 s/d 75 lebih banyak yang sesuai pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, tapi persentase kesesuaian lebih tinggi pada penyakit dropsy, sehingga data 63 s/d 75 terdeteksi sebagai penyakit dropsy.

10. Pengujian pada penyakit KHV (*Koi Herpes Virus*) (P010)

Terdapat 18 data uji untuk penyakit KHV (*Koi Herpes Virus*). *Output* dari sistem pakar beserta hasil diagnosa pakar dengan data uji dari penyakit KHV (*Koi Herpes Virus*) disajikan pada tabel 13.

Tabel 13 Data Uji Penyakit KHV (Koi Herpes Virus)

Kode	Gejala	Sistem	Pakar	Predictive Value
76	G010, G018	G013, P010	P010	TP
77	G014, G017	G016, P010	P008	FN FP
78	G014, G023	G017, P010	P008	FN FP
79	G016, G023	G018, P010	P008	FN FP
80	G014, G020	G015, P010	P010	TP
81	G007, G017	G010, P010	P010	TP
82	G008, G018	G015, P010	P010	TP
83	G016, G020	G018, P010	P008	FN FP
84	G014, G018, G020	G016, P010	P008	FN FP
85	G006, G014	G010, P010	P010	TP
86	G008, G014	G010, P010	P010	TP
87	G010, G017, G019	G014, P010	P010	TP
88	G008, G023	G018, P010	P010	TP
89	G016, G018	G017, P010	P008	FN FP
90	G008, G020	G014, P010	P010	TP
91	G004, G014, G015	G010, P010	P010	TP
92	G010, G016, G018	G014, P010	P010	TP
93	G012, G018	G017, P010	P010	TP

Berdasarkan tabel 13 dapat dilihat bahwa dari 18 data uji penyakit KHV (*Koi Herpes Virus*), terdapat 6 data yang terverifikasi oleh pakar sebagai penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, yaitu data pada kode 77, 78, 79, 83, 84 dan 89. Gejala-gejala pada data uji 77 dan 89 bukan merupakan gejala pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia yang tersimpan di dalam basis data, sehingga sistem menyatakan bahwa data tersebut bukan merupakan penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia. Pada data uji 78, 79 dan 83 persentase penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia sebesar 20%, sedangkan persentase KHV (*Koi Herpes Virus*) sebesar 45%. Walaupun jumlah gejala pada data 78, 79, dan 83 lebih banyak yang sesuai pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, tapi persentase kesesuaian lebih tinggi pada penyakit KHV (*Koi Herpes Virus*), sehingga data 78, 79, dan 83 terdeteksi sebagai penyakit

KHV (Koi Herpes Virus). Hal yang sama terjadi pada data uji dengan kode 84, dimana persentase penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia sebesar 20% dan persentase KHV (Koi Herpes Virus) sebesar 60%.

Tabel 14 Hasil Pengujian

No	Penyakit	TP	FN	FP	TN	Precision	Recall	Accuracy	Error rate	F-measure
1	Kutu Ikan	5	0	0	88	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
2	Cacing Jangkar	10	0	0	83	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
3	Trichodina	9	0	0	84	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
4	Chilodonella	10	0	0	83	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
5	Ichthyobodo	1	0	0	92	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
6	Dactylogyrus	14	0	0	79	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
7	Columnaris	1	0	0	92	100,00%	100,00%	100,00%	0,0%	100,00%
8	Infeksi Aeromonas Hydrophilia	11	0	19	63	36,67%	100,00%	79,57%	20,4%	53,66%
9	Dropsy	1	13	0	79	100,00%	7,14%	86,02%	14,0%	13,33%
10	KHV (Koi Herpes Virus)	18	6	0	69	100,00%	75,00%	93,55%	6,5%	85,71%
Rata-Rata						93,67%	88,21%	95,91%	4,09%	93,67%

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 14 dapat dilihat bahwa nilai *precision* terkecil terdapat pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, yaitu sebesar 36,67%. Keadaan ini diakibatkan karena 19 penyakit yang bukan masuk klasifikasi penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, terverifikasi oleh pakar sebagai penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia. Sehingga nilai dari *false positive* (FP) dari penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia sangat tinggi.

Sangat rendahnya nilai *precision* pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia mengakibatkan nilai *accuracy* dari penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia lebih rendah daripada penyakit lainnya, yaitu sebesar 76,57%.

Nilai *recall* terendah dimiliki oleh penyakit Dropsy, yaitu sebesar 7,14%. Keadaan ini diakibatkan karena dari 14 data uji penyakit ini ada 13 penyakit terverifikasi oleh pakar sebagai penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, sehingga meningkatkan nilai *false negative* (FN).

Tidak hanya mempengaruhi nilai *accuracy*, nilai *precision* juga sangat mempengaruhi nilai *error rate*. Akibat dari tingginya nilai *precision* pada penyakit Infeksi Aeromonas Hydrophilia, menyebabkan meningkatnya angka *error rate* pada penyakit ini yakni sebesar 20,4%

C. Hasil Pengujian

Hasil pengujian dengan menggunakan *confusion matrix* disajikan pada tabel 14.

Nilai *precision*, *recall*, *accuracy*, dan *f-measure* tertinggi terdapat pada penyakit Kutu Ikan, Cacing Jangkar, Trichodina, Chilodonella, Ichthyobodo, Dactylogyrus, Columnaris yang mencapai 100% dan nilai *error rate* terendah yang mencapai 0,00%. Keadaan ini dikarenakan semua data uji pada ketujuh penyakit tersebut terdeteksi dengan benar dan tidak ada data uji dari penyakit lainnya yang terdeteksi sebagai ketujuh penyakit tersebut.

Rata-rata dari nilai *precision* adalah sebesar 93,67%, nilai *recall* sebesar 88,21%, nilai *accuracy* sebesar 95,91%, nilai *error rate* sebesar 4,09% dan nilai *f-measure* sebesar 85,27%. Berdasarkan rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pakar menggunakan metode *Euclidean Probability* baik digunakan untuk mendiagnosa penyakit ikan koi.

1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tugas akhir yang berjudul Penerapan Metode *Euclidean Probability* dan *Confusion Matrix* Dalam Diagnosa Penyakit Ikan Koi, mendapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *precision*, *recall*, *accuracy*, dan *f-measure* tertinggi terdapat pada penyakit Kutu Ikan, Cacing Jangkar, Trichodina, Chilodonella, Ichthyobodo, Dactylogyrus, Columnaris yang mencapai 100% dan nilai

error rate terendah yang mencapai 0,00%. Kondisi ini dikarenakan semua data uji pada ketujuh penyakit tersebut terdeteksi dengan benar dan tidak ada data uji dari penyakit lainnya yang terdeteksi sebagai ketujuh penyakit tersebut. Dan untuk nilai yang terendah ialah penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia* dengan nilai *precision* 36,67% dan nilai *accuracy* 79,57% dengan nilai *error rate* tertinggi sebesar 20,4%. Kondisi ini dikarenakan tingginya nilai dari *false positive* (FP) pada penyakit *Infeksi Aeromonas Hydrophilia*.

2. Nilai rata-rata pengujian dengan metode *Confusion Matrix* dari 93 data uji, menghasilkan tingkat *precision* sebesar 93.67%, tingkat *recall* sebesar 88.21%, tingkat *accuracy* sebesar 95.91%, tingkat *error rate* sebesar 4.09% dan tingkat *f-measure* sebesar 85.27%. Berdasarkan rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pakar menggunakan metode *Euclidean Probability* baik digunakan untuk mendiagnosa penyakit ikan koi.

3. REFERENSI

- [1] M. Dahria, "Pengembangan Sistem Pakar Dalam Membangun Suatu Aplikasi," *J. Saintikom*, vol. 10, 2011.
- [2] P. S. Ramadhan, "Penerapan Euclidean Probability Dalam Pendeteksian Penyakit Impetigo," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 11, 2019.
- [3] P. S. Ramadhan, "Sistem E-Diagnosis Untuk Pendiagnosaan X-Linked Agammaglobulinemia Menggunakan Euclidean Probability," pp. 464–468, 2019.
- [4] P. S. Ramadhan, "Penerapan Komparasi Teorema Bayes dengan Euclidean Probability dalam Pendiagnosaan Dermatic Bacterial," *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 4, 2019.
- [5] J. Permadi, H. Rhomadhona, and W. Aprianti, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jagung Manis Menggunakan Runut Maju," *J. ELTIKOM*, vol. 3, no. 2, pp. 93–103, 2019, doi: 10.31961/eltikom.v3i2.119.